



С.П. Санников
А.И. Бабин

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Екатеринбург
2012

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра автоматизации производственных процессов

С. П. Санников
А. И. Бабин

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Методические указания к курсовому проектированию
для студентов направлений
«Автоматизация технологических процессов и производств»,
«Управление в технических системах»

Екатеринбург
2012

Электронный архив УГЛТУ

Рассмотрены и рекомендованы к изданию методической комиссией лесо-инженерного факультета УГЛТУ

Протокол № 1 8 сентября 2010 г.

Рецензент: доцент канд. техн. наук В. Я. Тойбич

Редактор Е. Л. Михайлова

Оператор компьютерной верстки Т. В. Упова

Подписано в печать 15.05.12

Плоская печать

Поз. 17

Заказ №

Печ. л. 1,16

Формат 60×84 1/16

Тираж 50 экз.

Цена 6 руб. 80 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания предназначены для студентов направлений подготовки бакалавров 220400 и 220700, а также специальностей 220301 очной и заочной форм обучения при изучении дисциплины «Системы автоматизации и управления».

Курсовая работа, выполняемая по дисциплине «Системы автоматизации и управления», предназначена для углубленного изучения, систематизации, закрепления и расширения теоретических знаний, развития навыков по выбору систем автоматического управления (регулирования) технологическими процессами.

Курсовая работа рассчитана на самостоятельную работу студентов по проектированию, разработке отдельных схем и узлов средств автоматизации технологического процесса.

Рекомендуемая литература для выполнения курсовой работы приведена в списке литературы [1–13].

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Произвести автоматизацию технологического процесса одного из объектов предприятия, разработать функциональную схему технологического процесса, разработать принципиальную схему регулирования одного из параметров технологического процесса.

Объектом автоматизации в курсовой работе является технологический процесс, предоставленный по варианту технологических схем предприятий химико-лесного комплекса. Выбор технологических параметров и их величин производится по описанию. При автоматизации технологического процесса необходимо:

- определить типы и количество автоматизированных систем (системы автоматического контроля и регулирования);
- рассчитать постоянные времени объектов регулирования;
- определить места установки регулирующих органов для систем регулирования;
- разработать функциональную схему автоматизации технологического процесса с указанием номинальных значений контролируемых и регулируемых параметров (пример выполнения функциональной схемы приведен в прил. 4);
- произвести выбор контрольно-измерительной и регулирующей аппаратуры по справочникам (отборные устройства, первичные измерительные преобразователи, вторичные и регулирующие приборы, исполнительные механизмы и регулирующие органы);

- составить спецификацию на выбранные контрольно-измерительные и регулирующие приборы (пример заполнения спецификации приведен в прил. 7).
- составить структурные схемы систем контроля и регулирования;
- произвести описание функциональной схемы;
- произвести описание структурных схем для каждой системы;
- по технической литературе найти принципиальные электрические схемы узлов и приборов, входящих в системы контроля и регулирования и произвести описание принципиальных схем отдельных приборов и узлов.

Примечание: при выполнении студентом научной работы по теме выпускающей кафедры курсовая работа по автоматизации производственных процессов может выполняться по автоматизации научных исследований. Курсовая работа в этом случае выполняется по индивидуальному заданию.

СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 18–20 страниц текста и графической части.

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) должна включать следующие разделы:

- аннотация;
- введение;
- описание функциональной схемы автоматизации технологического процесса;
- структурные схемы системы контроля и регулирования отдельного технологического параметра и их описание;
- описание принципа действия приборов, входящих в системы автоматического контроля и регулирования технологических параметров объекта.

Графическая часть должна включать следующие чертежи (расположены в соответствующих разделах курсовой работы или в приложении):

- функциональную схему автоматизации технологического процесса (выполняется на листе формата А3, подшитого в РПЗ);
- структурные схемы систем контроля и регулирования параметров технологического объекта (на листе формата А4 в РПЗ);
- принципиальные схемы отдельных приборов, входящих в системы контроля и регулирования параметра технологического объекта (в РПЗ на листе формата А4).

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Титульный лист

Титульный лист содержит название курсовой работы, например «Автоматизация производства щепы для ДСТп», сведения о предприятии, кафедре, руководителе, исполнителе работы, о группе и годе издания (например – Екатеринбург 2012).

Аннотация

В аннотации приводятся следующие сведения:

- наименование темы курсовой работы;
- вариант курсовой работы;
- исходные данные проектирования;
- количество страниц пояснительной записки, рисунков, таблиц, графиков, количество и наименование чертежей графической части.

Объем аннотации должен быть не более одной страницы. Помещается аннотация непосредственно после титульного листа.

Примерный текст аннотации

Пупкин М.П. Автоматизация непрерывной варки сульфатной целлюлозы в котле периодического действия. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012, 29 с. 5 ил., 1 табл. Используемые источники – 3 наименования. 4 листа схем ф. А3.

Курсовая работа «Автоматизация непрерывной варки сульфатной целлюлозы в котле периодического действия» выполнена по предложенному варианту в соответствии с техническим заданием.

Исходные данные проектирования:

- 1) регулирование температуры по графику варки (стр. XX);
- 2) объекты регулирования:
 - температуры: теплообменник рециркулирующей варочной жидкости (щелока) – 123 °С при пропарке щепы в течение 55 мин; 165 °С при варке щепы в течение 6 ч; сброс давления после варки в течение 15 мин;
 - уровень целлюлозы в выдувном резервуаре (сборнике целлюлозы) – 6 м;
 - контроль и регулирование давления в варочном котле (10 МПа);
 - рН варочной жидкости – 8,1 рН;
- 3) вид энергии, используемый в приборах:
 - датчик электрический типа ТСП-5071 Б;
 - вторичный прибор: электрический типа КСМ-1.000;

- нормирующий преобразователь: электропневматический типа ЭПП-63;
- задатчик: пневматический типа П23Д4;
- регулятор: пневматический типа ПР-2.5;
- исполнительный механизм: пневматический типа КРПТ.

Курсовая работа выполнена на 29 страницах машинного (рукописного) текста, содержит два рисунка, одну таблицу, один график и восемь схем.

В результате внедрения системы регулирования температуры рециркулирующей варочной жидкости возможно улучшение условий труда обслуживающего персонала и повышение качества варки сульфатной целлюлозы. Экономический эффект от внедрения данной системы составит 145000 рублей в год. Срок окупаемости 0,8 года.

Введение

Во введении необходимо отразить в произвольной форме поставленную задачу, затронуть проблему, которую необходимо решить. Данный абзац не должен быть объемным по тексту, но в то же время необходимо показать возможности решения поставленной задачи.

В этом параграфе необходимо показать, что именно было сделано в данной работе, каковы основные тенденции развития технологических процессов и методов их автоматизации, а главное, каким образом задача решена, какие применены технические средства для ее решения.

Показать влияние разрабатываемых в курсовой работе мероприятий по автоматизации технологического процесса на повышение производительности труда, улучшение качества продукции, улучшение условий труда и др., а также возможные варианты внедрения системы регулирования отдельного параметра.

Краткое описание технологической схемы

В данном разделе приводят описание технологического процесса, автоматизацию которого необходимо произвести, технологических параметров, величин, единиц измерения и процесса изменения, например: температура варочной кислоты изменяется по графику (рис. 1). Кислота подогревается в теплообменнике при помощи водяного пара.

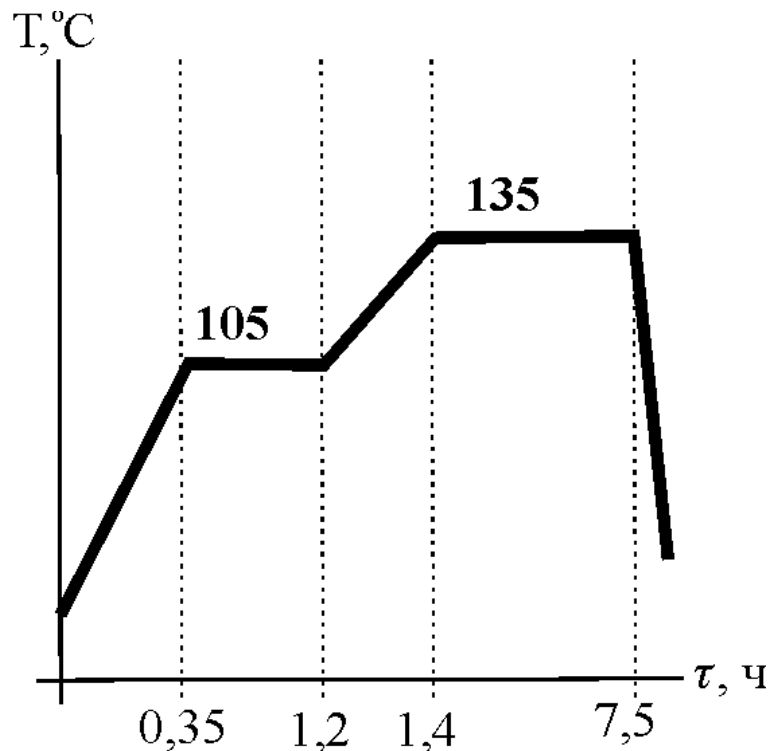


Рис. 1. График варки целлюлозы

Описание технологических параметров: измеряемой величины, расположения на аппаратах и (или) трубопроводах мест отбора для датчиков, описание функциональных признаков приборов, выбор и обоснование средств автоматизации.

Порядок выполнения: определяют технологические параметры, которые подлежат автоматизации, составляют спецификацию на выбранные контрольно-измерительные приборы и регулирующую аппаратуру по справочной литературе. При описании технологического процесса необходимо давать оценку параметров, обеспечивающих работу соответствующего технологического оборудования (аппаратов) на оптимальных режимах. Сделать пояснения о том, как (где) и каким образом определена технологическая величина. Описание проводится на основании выбранных средств автоматизации технологического процесса.

Разработка и описание функциональной схемы автоматизации технологического процесса

Выбор и обоснование контрольно-измерительных приборов и регулирующей аппаратуры для автоматизации технологического процесса производят с начальной стадии технологического процесса следующим образом.

1. Определяют объект технологического процесса для автоматизации.

2. В зависимости от категории пожароопасности и взрывоопасности технологического процесса или его отдельного объекта определяют основной вид энергии, потребляемой приборами, и их исполнение для обеспечения безопасного протекания технологического процесса при его автоматизации.

Примечание: при разработке системы регулирования по индивидуальному заданию вид энергии приборов определяется по согласованию с руководителем работы.

3. Определяют характер и возможные пределы изменения параметра автоматизации (температура, концентрация, расход и т. д. и их допустимые отклонения).

4. Определяют степень автоматизации параметра объекта (контроль, управление, регулирование или их совокупность).

5. Определяют допустимые временные и инерционные запаздывания при работе системы автоматизации.

Примечание: данное положение особенно необходимо учитывать при выборе мест отбора пробы и установки исполнительных механизмов.

6. Составляют функциональную схему автоматизации объекта и технологического процесса в целом.

7. По справочной литературе (основной список справочной литературы приведен в разделе «Литература»), а также по другим источникам выбирают датчики, вторичные приборы, регуливающую аппаратуру, дополнительные устройства, ссылка на которые дана в справочнике, и пусковую аппаратуру, необходимую для обеспечения работы регуляторов в схеме автоматизации технологического процесса.

8. Составляют спецификацию на выбранные датчики, вторичные приборы и пускорегулирующую аппаратуру (пример заполнения спецификации приведен в прил. 7).

9. Описывают функциональную схему автоматизации технологического процесса с приведением в конце его спецификации на выбранную аппаратуру и приборы. Пример составления описания изложен в [7, с. 165–171].

Примерный текст описания функциональной схемы

По заданию студенту предлагается технологическая схема, на которой предполагается не менее 20 автоматизированных систем автоматического регулирования, контроля или управления с точками отбора технологических параметров и местами установки регулирующих органов (элементов воздействия на величину технологического параметра). Выдаваемая студенту технологическая схема предполагает не менее 5 технологических параметров для регулирования, контроля или управления.

Для описания примерного текста приведем фрагмент функциональной схемы регулирования температуры в теплообменнике (рис. 2).

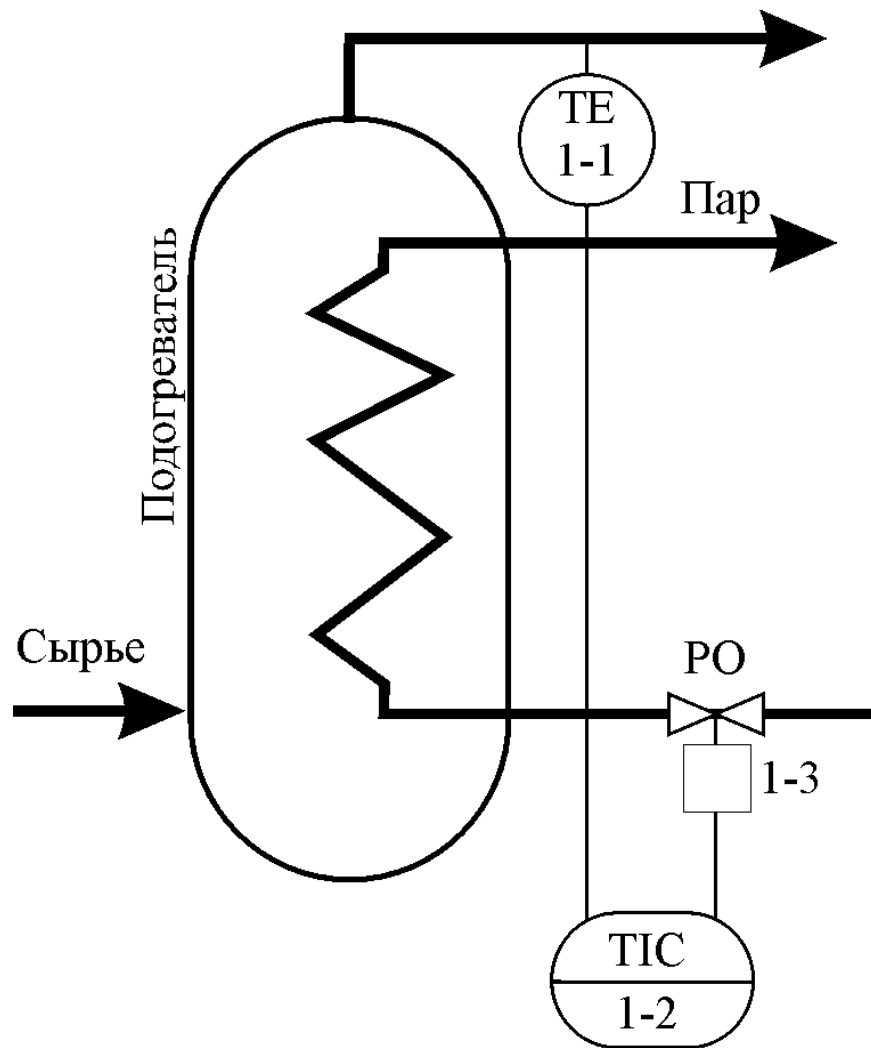


Рис. 2. Функциональная схема регулирования температуры в подогревателе

Описание. На трубопроводе сырья из подогревателя установлен первичный преобразователь температуры ТЕ (поз. 1-1), который представляет собой термопару типа ТПЛ длиной 120 мм в нержавеющей корпусе, сигнал с которого подается без промежуточных преобразователей непосредственно в ПИ-регулятор, установленный на щите управления подогревателем (поз. 1-2). Прибор, кроме функции регулирования (С), выполняет еще функцию показания (I). Установки регулятора рассчитаны по экспериментальным данным (по заданию), снятым при наладке ($T = 166$ с; $K_{об} = 0,37$; $\tau_{и} = 1,2$; $C_n = 103$ °С; $C_v = 107$ °С). Сигнал, вырабатываемый регулятором, поступает на исполнительный механизм (поз. 1-3), механически связанный с регулирующим органом (РО), установленным на паропроводе в теплообменник. В зависимости от температуры сырья осуществляется увеличение

или уменьшение подачи пара в теплообменник. При изменении температуры сырья на ± 30 °С температура на выходе подогревателя изменяется не более $\pm 0,5$ °С, что подтверждено надежностью и устойчивостью системы регулирования. Технические данные устройств системы регулирования приведены в спецификации.

Подобным образом производится описание и других систем автоматического контроля и регулирования.

На все системы автоматизации на функциональной схеме составляется спецификация (см. прил. 7).

Разработка и описание структурных схем систем регулирования, контроля и управления

В данном разделе составляют структурные схемы систем контроля и регулирования для каждого отдельного технологического параметра (пример построения структурной схемы дан в прил. 5) и дается описание. Согласно стандартам СПДС (системы подготовки документации в строительстве) каждая схема должна содержать фрагмент технологического объекта, все приборы, входящие в данную систему регулирования, взаимосвязи между ними и сигналы, передаваемые техническими средствами автоматизации (ТСА) в системе. ТСА располагаются в прямоугольниках в свободных пропорциях сторон и масштаба, соединенных стрелками, показывающими направление передачи сигнала.

Пример описания структурной схемы

Система регулирования и контроля температуры варочной жидкости включает следующие приборы и аппаратуру.

1. Датчик температуры – термометр сопротивления ТСП-5071 В.
2. Вторичный прибор – электронный мост типа КСМ-1.000.
3. Регулятор электронного типа РП-2.
4. Исполнительный механизм типа МЭК-10КЛ20.
5. Указатель положения ДУП-К.
6. Клапан регулирующий типа 25ч93нж.

Принцип работы заключается в следующем. При изменении температуры Δt° варочной жидкости происходит изменение сопротивления термометра ΔR , включенного в измерительную схему моста. Данное обстоятельство приводит к нарушению равновесия моста, и на входе усилителя электронного моста появляется сигнал, пропорциональный температуре варочной жидкости. Значение данной температуры регистрируется на бумажной

ленте. Для контроля и установки номинального значения температуры варочной жидкости (190 ± 5 °C), а также возможности связи с регулятором в электронный мост вмонтирован токовый преобразователь (сигнал ΔI).

При отклонении температуры от номинального значения изменяется значение тока и на входе регулятора появляется сигнал ΔI . Данный сигнал в регуляторе сравнивается с заданными ранее значениями в виде сопротивления ΔR датчика. На третий вход регулятора поступает сигнал обратной связи от исполнительного механизма в виде изменения сопротивления ΔR или индуктивности ΔL для обеспечения заданного закона регулирования. При отклонении температуры от заданного значения в схеме регулятора наблюдается разбаланс, и на его выходе появится напряжение U . Данное напряжение подается на исполнительный механизм через реверсивный магнитный пускатель МКР-02. Работа двигателя исполнительного механизма приводит во вращение привод клапана. Клапан в зависимости от команды, поданной с регулятора, открывается или закрывается. Изменение положения клапана позволяет увеличить или уменьшить подачу пара в теплообменник и, как следствие, изменить температуру варочной жидкости. Система регулирования поддерживает температуру варочной жидкости 190 ± 5 °C. В системе в качестве указателя положения регулирующего органа, приводимого в действие исполнительным механизмом МЭК-10К/120, используется дистанционный указатель положения ДУП-К. При соответствии температуры жидкости номинальному значению сигнал на выходе регулятора отсутствует. Система находится в равновесии. Клапан находится в положении, обеспечивающем определенный расход пара к теплообменнику. При отклонении температуры варочной жидкости от заданного значения цикл работы системы регулирования повторяется.

Разработка и описание принципиальной схемы регулирования, контроля и управления

В данном разделе приводится разработка только одной принципиальной схемы, предложенной преподавателем по варианту. Принципиальная схема разрабатывается по утвержденной (одобренной) преподавателем (руководителем курсовой работы, тьютером) структурной схемы. На принципиальной схеме указываются фрагмент технологической схемы, принципиальные схемы ТСА (возможно, не полные, т.е. упрощенные, поясняющие принцип действия прибора) с коннекторами (проходными клемниками, разъемами), цепями питания с соответствующей защитой (прил. 6).

В разделе приводится описание принципа работы системы, функционирования отдельных приборов, настройки, программирования и прочая необходимая информация по монтажу, расположению на объекте,

программированию и наладке (методики настройки и инструкции по эксплуатации). Производится описание всех используемых приборов в данной системе.

Примечание: в случае разработки более одной принципиальной схемы, описание приборов можно вынести в отдельный параграф. Требования к описанию принципа действия приборов, технические характеристики приведены ниже.

Описание принципа действия приборов системы регулирования параметра

В данном разделе приводится техническая характеристика элементов и приборов, входящих в систему регулирования технологического параметра, а также дается описание принципа работы данных элементов и приборов. Технические характеристики необходимо взять в приведенной справочной литературе, например [1, 9, 10]. Принцип действия элементов и приборов можно взять и из других источников, например из технических паспортов, руководства по эксплуатации на данные ТСА. Руководства по эксплуатации, технические паспорта, описание разрабатывают производители ТСА, которые выкладывают на своих сайтах в интернете. В записке (РПЗ) приводится описание и фрагмент принципиальной схемы, поясняющей принцип работы прибора, его конструкцию и другие особенности прибора.

Источники, где взяты принципиальные схемы, их описание помещаются в список используемых источников в конце курсовой работы.

ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа выполняется на стандартных листах формата А4 в соответствии с [11]. Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации приведены в прил. 1. В прил. 2 представлено буквенное обозначение в схемах автоматизации по ГОСТ 21.404-85.

Пример построения буквенного обозначения функциональных признаков прибора представлен в прил. 3, а пример выполнения функциональной схемы автоматизации ректификационной колонны – в прил. 4.

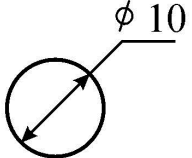
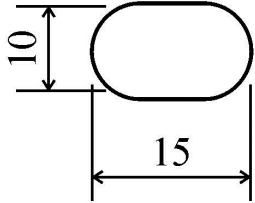
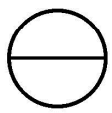
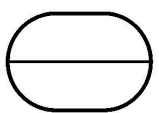
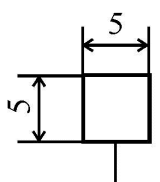

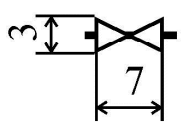
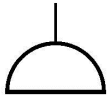
Примеры выполнения структурной, принципиальной схем систем регулирования отдельного технологического параметра приведены в прил. 5 и 6.

Пример выполнения спецификации автоматизации технологического процесса представлен в прил. 7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. М.: Госстандарт, 1986. 12 с.
2. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы: справ. пособие / под ред. Б. Д. Кошарского. Л.: Машиностроение, 1976.
3. Кулаков М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств. М.: Химия, 1983.
4. Кондрашкова Г. А. Технологические измерения и приборы целлюлозно-бумажной промышленности. М.: Лесн. пром-сть, 1980.
5. Бабий А. И., Еремян А. С. Схемы средств автоматизации технологических процессов. Свердловск: УЛТИ, 1990.
5. Бабий А. И., Еремян А. С. Описание принципа действия контрольных измерительных приборов. Свердловск: УЛТИ, 1991.
6. Бабин А. И., Еремян А. С. Схемы контрольно-измерительных и регулирующих приборов. Екатеринбург: УГЛТА, 1993.
7. Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий / под ред. Э. В. Цешковского. М.: Лесн. пром-сть, 1959.
8. Методика определения экономической эффективности новой техники, технологии, изобретений и рационализаторских предложений, созданных и используемых в целлюлозно-бумажной промышленности. М.: Лесн. пром-сть, 1978.
9. Промышленные приборы и средства автоматизации: справочник / В. Я. Баранов, Т. Х. Безновская, В. А. Бек [и др.]; под общ. ред. В. В. Черенкова. Л.: Машиностроение, 1987.
10. Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий / под ред. Цешковского Э. В. М.: Лесн. пром-сть, 1979.
11. Лапшенков Г. И., Полоцкий Л. М. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. Технические средства и лабораторные работы. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Химия, 1988. 288 с.
12. Выборнов В. Е., Бабин А. И. Оформление графического материала при дипломном проектировании по АПП: метод. указ. для студ. спец. 2102.14 очной и заочной форм обучения. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. 23 с.
13. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справ. пособие / А. С. Ключев, Б. В. Глазов, А. Х. Дубровский, А. А. Ключев; под ред. А. С. Ключева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1990. 464 с.: ил.

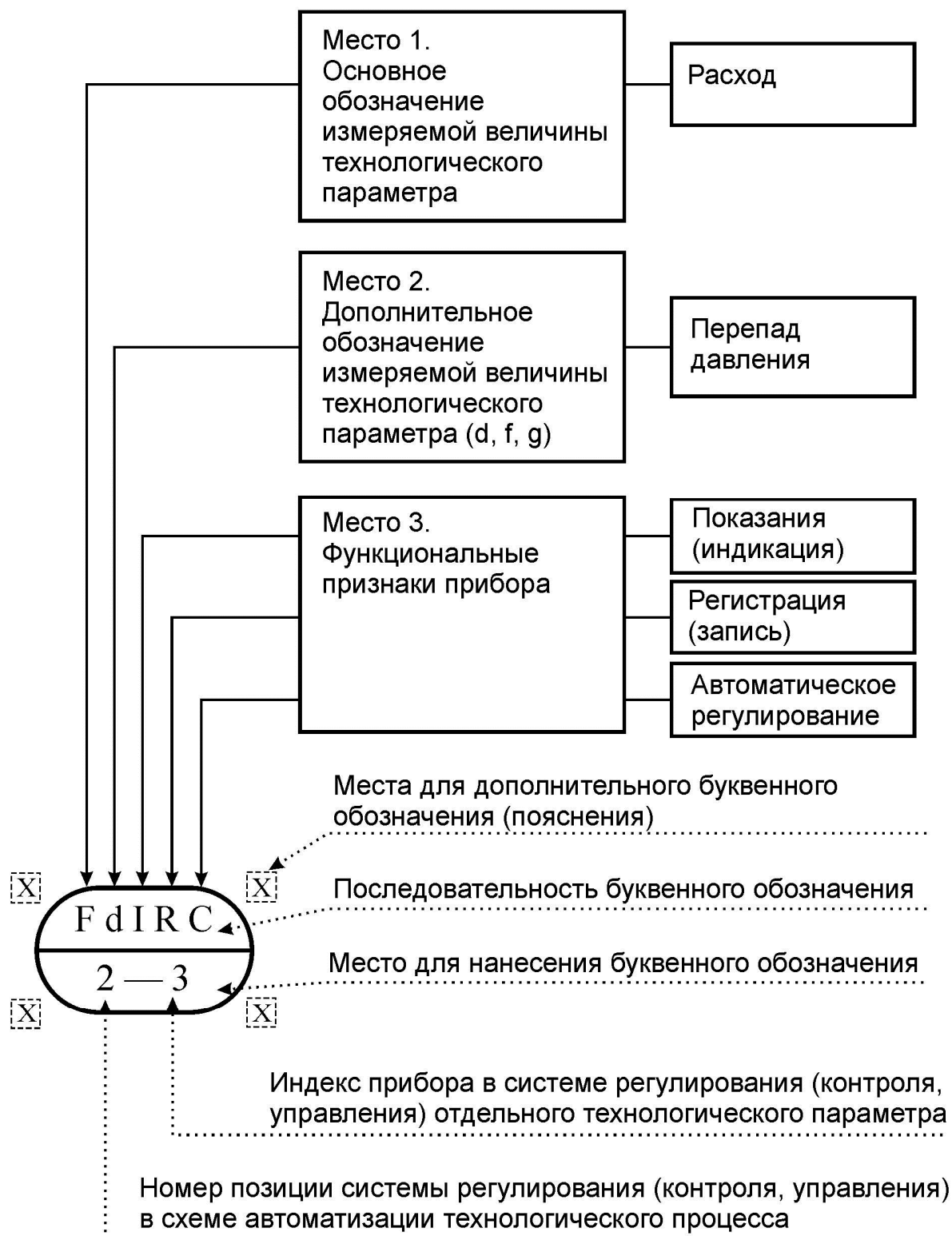
Размеры графических условных обозначений приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404-85

Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор, установленный по месту, на технологическом трубопроводе, аппарате, стене, полу, колонне и т.д.:	
базовое обозначение	
допускаемое обозначение	
Прибор, установленный на щите, пульте управления:	
базовое обозначение	
допускаемое обозначение	
Исполнительный механизм, общее обозначение	 D=3 
Регулирующий орган	
Отборное устройство без постоянного подключения прибора	

Буквенное обозначение в схемах автоматизации по ГОСТ 21.404-85

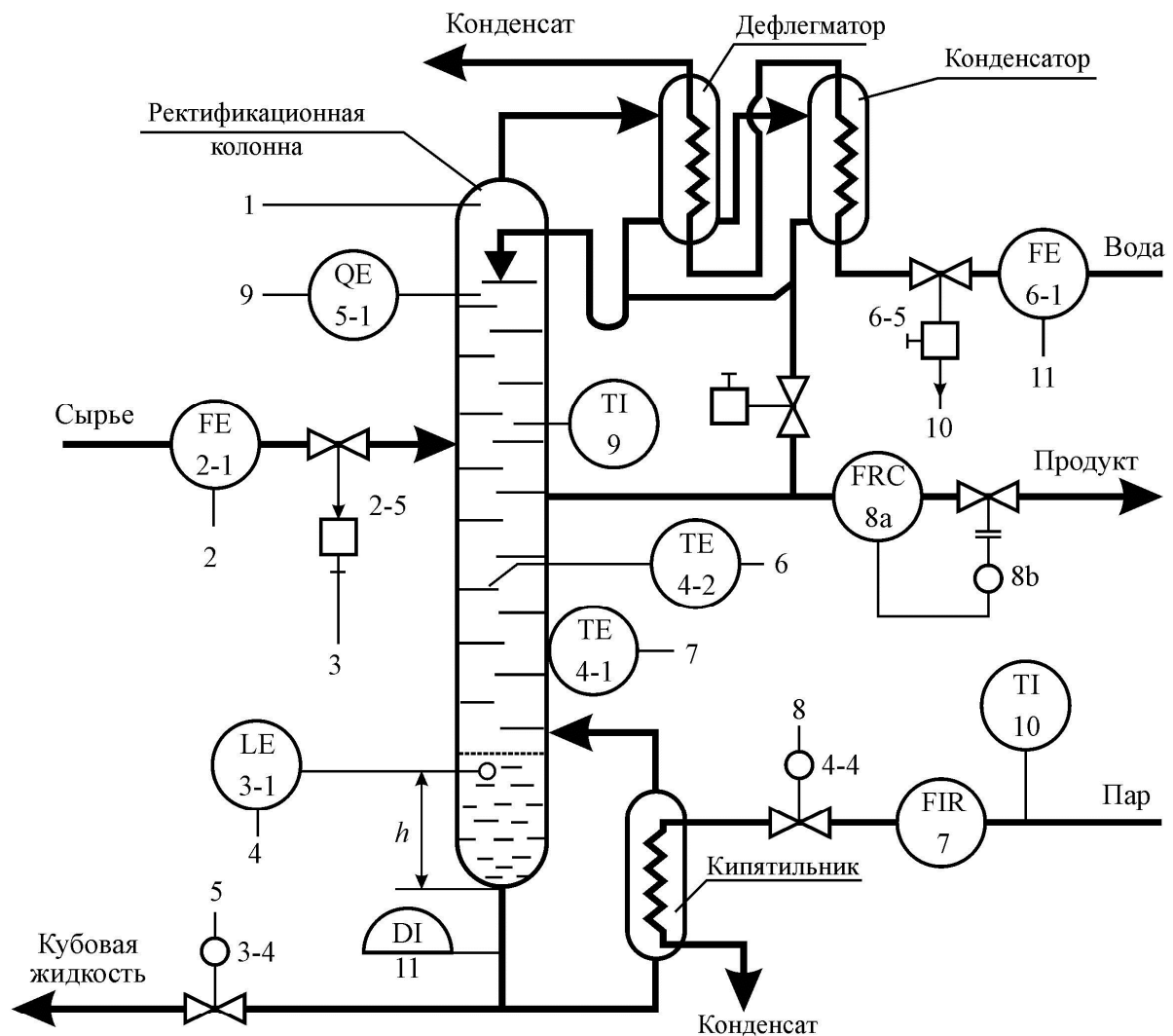
Измеряемая величина (технологический параметр)	Дополнительное обозначение измеряемой величины	Функциональные признаки приборов	Вид и род сигнала	Вычислительные операции
<p>D – плотность</p> <p>F – расход</p> <p>G – перемещение, положение, размер</p> <p>L – уровень</p> <p>M – влажность</p> <p>P – давление, разряжение</p> <p>Q – состав, концентрации</p> <p>R – радиоактивность</p> <p>S – скорость, частота</p> <p>T – температура</p> <p>V – вязкость</p> <p>W – масса</p> <p>K – время</p> <p>X – резервная буква</p>	<p>D – разность, перепад</p> <p>F – соотношение, доля, дробь</p> <p>Q – интегрирование, суммирование во времени</p>	<p>A – сигнализация</p> <p>C – регулирование, управление</p> <p>E – первичное преобразование</p> <p>H – ручное воздействие</p> <p>I – показание, индикация</p> <p>R – регистрация</p> <p>S – контактный выход прибора</p> <p>T – промежуточное преобразование (дистанционная передача сигнала)</p> <p>Y – вычислительная функция</p> <p>X – резервная буква</p>	<p>A – аналоговый</p> <p>D – дискретный</p> <p>E – электрический</p> <p>G – гидравлический</p> <p>P – пневматический</p>	<p>Σ – суммирование</p> <p>K – умножение сигнала на постоянный коэффициент «k»</p> <p>x – перемещение</p> <p>:</p> <p>$\frac{dx}{dt}$ – дифференцирование</p> <p>\int – интегрирование</p> <p>X (–1) – изменение знака сигнала</p> <p>max (min) – ограничение верхнего и (или) нижнего уровней сигнала</p> <p>Bi – передача сигнала на ЭВМ (SCADA систему)</p> <p>Bo – ввод информации с ЭВМ (SCADA системы)</p>

Пример построения буквенного обозначения функциональных признаков прибора



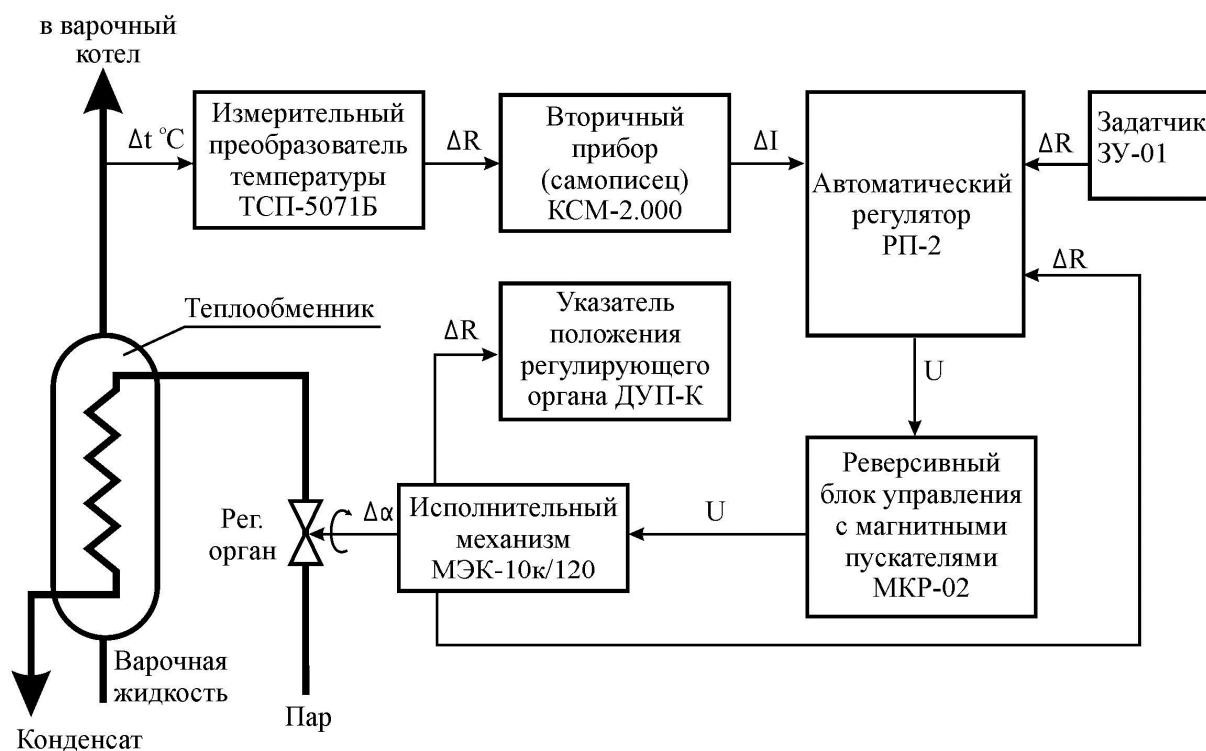
Приложение 4

Пример выполнения функциональной схемы автоматизации
ректификационной колонны

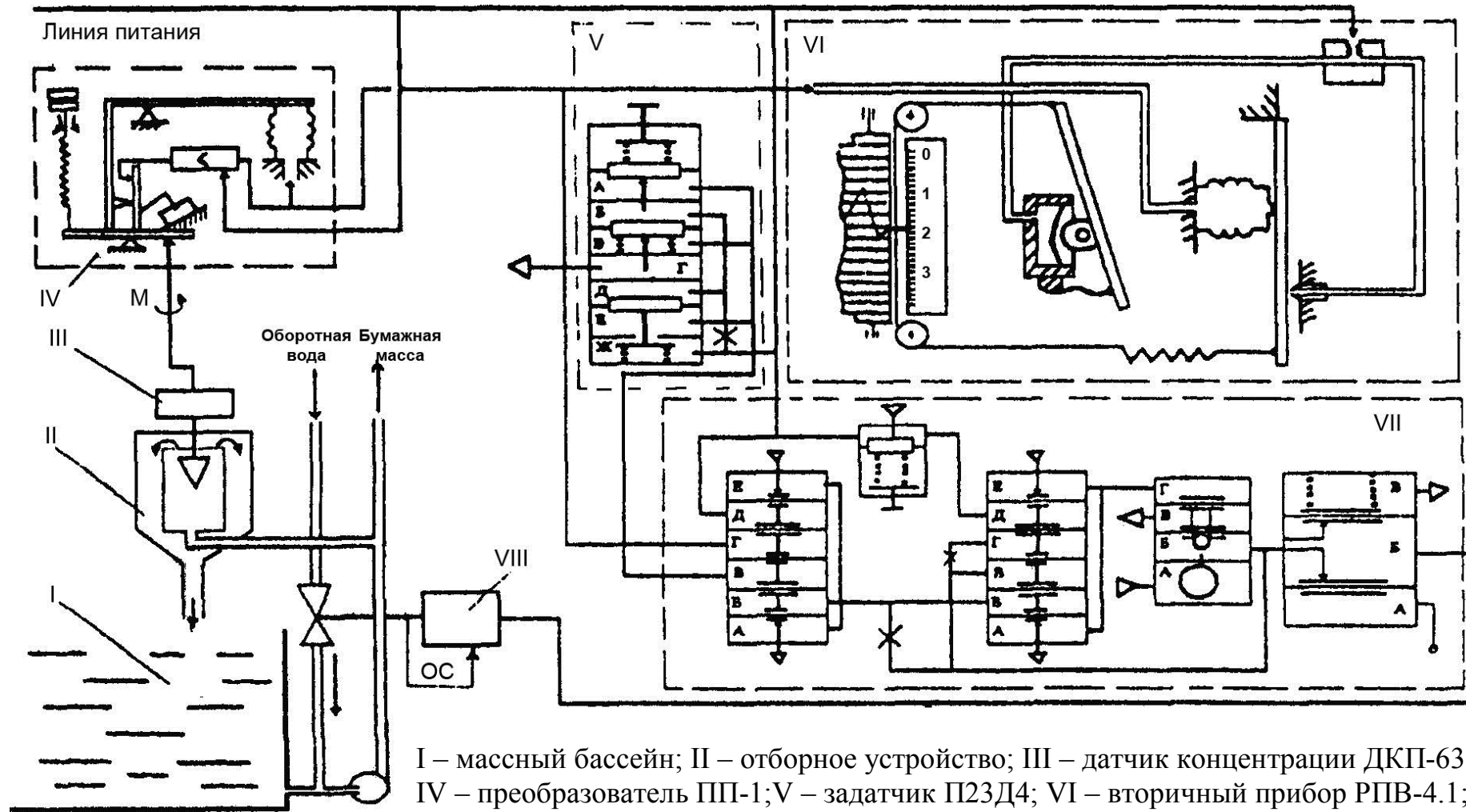


		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		0,4 МПа	13,5 т/ч		400 мм		140 °С	125 °С		20 %		400 мм
Приборы по мету			FT 2-2							QT 5-2	FT 6-4	
Щит р/колонны		PIC 1-1	FIR 2-3	FC 2-4	LI 3-2	LCA 3-3	TIRCK 4-3			QIY 5-3	FC 6-3	FIRY 6-2

Пример выполнения структурной схемы регулирования температуры варочной жидкости



Пример выполнения принципиальной схемы регулирования концентрации бумажной



Пример выполнения спецификации автоматизации
технологического процесса

№ п/п	Поз.	Наименование па- раметра измеряемой величины или кон- тролируемой среды	Предельное значе- ние параметра	Место отбора им- пульса	Наименование и характеристика средств автоматизации	Тип прибора	Литература
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1-1	Регулирование рас- хода пара	13,5 т/ч	Паропровод теплообменника	Диафрагма камерная условное давление 16 кгс/см ² с условным прохода 0–100 мм	ДК16- 100	21
	1-2				Дифманометр сильфон- ный с измерительной раз- ностью давления 100 кПа, пневматический выход 0,2 ⁺¹ кгс/см ²	ДС- П4-1	13
	1-3				Пневматический прибор, показывающий, реги- стрирующий с пневмати- ческим датчиком 0,2–1 кгс/см ²	ППВ 1-5	15
	1-4				ПИ-регулятор с пневма- тическим выходом и пре- делом пропорционально- сти 10+300	ПР3.2	21
	1-5				Регулирующий клапан с пневмоприводом 160, 300 °С, 200 мм	25ч30 нж/нз/	21
2	2-1	Контроль давления пара	1,4 МПа		Манометр пружинный предел измерения 0–1,6 МПа	МП100	13

Размеры колонок спецификации

5	5	40	20	20	65	20	10
185							